

AUTOMATIC GAIN CONTROLLER

Patent number: JP2000312235
Publication date: 2000-11-07
Inventor: KOYAMA KO; SEKI TAKASHI; TAGA NOBORU
Applicant: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO
Classification:
 - international: H04L27/38; H03G3/20; H04J11/00; H04L27/22; H04N5/52
 - european: H03G3/30E3
Application number: JP19990284190 19991005
Priority number(s): JP19990043223 19990222; JP19990284190 19991005

Also published as:

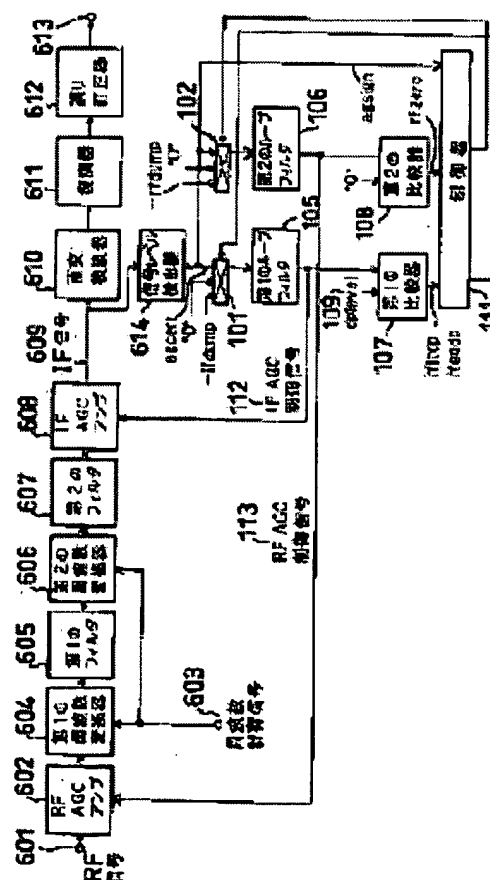


US6771719 (B1)
 GB2348328 (A)

Report a data error here

Abstract of JP2000312235

PROBLEM TO BE SOLVED: To allow the gain controller to have both a low noise characteristic and a high adjacent disturbance suppressing characteristic in spite of a small circuit scale, and to need no adjustment. **SOLUTION:** When an IF automatic gain control (AGC) control signal 112 is smaller a delay point, a 1st loop filter 105 receives an output signal agcerr of a signal level detector. Thus, the IF AGC control signal 112 with a value in response to a signal level of an IF signal is fed back to an IF AGC amplifier 608 that conducts automatic gain control. On the other hand, a 2nd loop filter 106 receives '0' when the output of a 2nd comparator 108 is '0' or receives a fixed value -rfdump when the output of the 2nd comparator 108 is not '0', and the 2nd loop filter is converged when the output is '0'. Thus, an RF AGC control signal 113 fed to the RF AGC amplifier 602 is '0' so that the gain of the RF AGC amplifier 602 is fixed to a maximum value.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 IF信号の利得を制御する第1の増幅手段と、

RF信号の利得を制御する第2の増幅手段と、
前記第1の増幅手段の出力信号レベルと所望のレベルとの誤差を検出する信号レベル検出手段と、

前記第1の増幅手段の利得を制御する第1の制御手段と、

前記第2の増幅手段の利得を制御する第2の制御手段と、

第1の所定値と前記信号レベル検出手段の出力に応じて、前記第1の制御手段と前記第2の制御手段の動作を変更する第3の制御手段とを具備したことを特徴とする自動利得制御装置。

【請求項2】 前記第3の制御手段は、
前記第1の制御手段の入力信号を切り替える第1の切り替え手段と、
前記第2の制御手段の入力信号を切り替える第2の切り替え手段と、
前記第1の制御手段の出力レベルと前記第1の所定値とを比較する比較器とを具備したことを特徴とする請求項1に記載の自動利得制御装置。

【請求項3】 前記第3の制御手段は、
連続的に前記第1の所定値になる計数手段と、
前記信号レベル検出手段の出力を、前記計数手段の出力レベルで制限する制限手段と、
前記信号レベル検出手段の出力から前記制限手段の出力を減算する減算手段とを具備したことを特徴とする請求項1に記載の自動利得制御装置。

【請求項4】 前記第3の制御手段は、
前記信号レベル検出手段の出力の符号により増加または減少する第1の計数手段と、
前記第1の計数手段の出力と前記第1の所定値とを比較する第1の比較手段と、
前記第1の比較手段の出力および上記信号レベル検出手段の出力の符号により、増加または減少する第2の計数手段とを具備することを特徴とする請求項1に記載の自動利得制御装置。

【請求項5】 前記第1の切り替え手段は、前記第1の制御手段の出力レベルが前記第1の所定値より小さいとき前記信号レベル検出手段の出力を、前記第1の制御手段の出力レベルが前記第1の所定値より大きいときは第2の所定値を、前記第1の制御手段に導出し、
前記第2の切り替え手段は、前記第1の制御手段の出力レベルが前記第1の所定値より小さいとき第3の所定値を、前記第1の制御手段の出力レベルが前記第1の所定値より大きいときは上記信号レベル検出手段の出力を、前記第2の制御手段に導出することを特徴とする請求項2に記載の自動利得制御装置。

【請求項6】 前記第1の所定値を任意に設定する設定

手段を具備したことを特徴とする請求項1に記載の自動利得制御装置。

【請求項7】 復調状態を検出する状態監視手段を具備し、前記状態監視手段の出力に応じて前記設定手段を制御することを特徴とする請求項6に記載の自動利得制御装置。

【請求項8】 RF信号の利得を制御する第1の増幅器と、

IF信号の利得を制御する第2の増幅器と、

前記第1の増幅器の利得を制御する第1の制御手段と、
前記第2の増幅器の利得を制御する第2の制御手段と、

復調状態を検出する状態監視手段と、

前記状態監視手段の出力を保持する保持手段と、

前記状態検出手段の出力と前記保持手段の出力とを比較する比較手段と、

前記比較手段の出力に応じて制御方向を変更する計数手段と、

前記計数手段の出力値に応じて、前記第1の制御手段と前記第2の制御手段の動作を制御する制御信号発生手段とを具備したことを特徴とする自動利得制御装置。

【請求項9】 前記計数手段は、前記第1の増幅器が飽和しない利得に初期設定することを特徴とした請求項8に記載の自動利得制御装置。

【請求項10】 前記計数手段は、前記第1の増幅器の利得が下がる方向になるよう初期設定することを特徴とした請求項8に記載の自動利得制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、デジタル変調信号の利得を自動制御する自動利得制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に信号レベルが2値で表されるデジタル信号データ（以下シンボルと称する）を伝送するために用いられるデジタル変調方式として、PSK（Phase Shift Keying）、QAM（Quadrature Amplitude Modulation）、OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing）等の方式が知られている。

【0003】これらのデジタル変調方式を採用した変調装置（以下、デジタル変調装置と称する）では、所定の時間間隔でサンプリングおよび量子化されたI、Qの2シンボルを用いて、アナログの搬送波（キャリア）の直交変調を行っている。

【0004】このように変調された信号をさらに、VHF帯、UHF帯等の送信周波数帯域（Radio Frequency）に周波数変換して送出する。

【0005】一方、前記デジタル変調方式の復調装置（以下、デジタル復調装置と称する）では、希望波の信号を選局、IF（Intermediate Freq

uency)に周波数変換した後、キャリア成分を除去し、所定のシンボルレベルと比較して、最も近いシンボルレベルを再生シンボル値として判定するようにしている。

【0006】この時、電界強度に応じて、受信した信号の信号レベルが変動するため、自動利得制御装置 AGC (Automatic Gain Control) を用いて常に復調信号の信号レベルを一定にする。

【0007】以下、図13を参照して従来の自動利得制御装置について説明する。図13は、従来の自動利得制御装置の構成を示す。

【0008】端子601より供給されたRF信号は、RF AGCアンプ602で利得制御された後、第1の周波数変換器604に供給される。第1の周波数変換器604は、端子603に供給される周波数制御信号に基づき、RF AGCアンプ602の出力信号を所定の中間周波数に変換する。

【0009】第1の周波数変換器604の出力は、第1のフィルタ605で帯域制限された後、第2の周波数変換器606に供給される。第2の周波数変換器606は、端子603に供給される周波数制御信号に基づき、第1のフィルタ605の出力を所定のIF周波数に変換する。

【0010】第2の周波数変換器606の出力は、第2のフィルタ607で帯域制限された後、IF AGCアンプ608に供給される。IF AGCアンプ608で利得制御されたIF信号609は、直交検波器610および信号レベル検出器614に供給される。

【0011】直交検波器610は、キャリア成分の除去を行なったI、Q信号を復調器611に供給する。復調器611は、I、Qの2信号より伝送されたデジタル信号データを復調し誤り訂正器612に供給する。

【0012】誤り訂正器612は、デジタル信号データに誤り訂正を施し、出力端子613に供給する。

【0013】信号レベル検出器614は、IF AGCアンプ608より供給されるIF信号609より、信号レベルを検出し所望のレベルとの誤差(以下、信号レベル誤差信号agc errと称する)をループフィルタ615に供給する。

【0014】ループフィルタ615は、信号レベル誤差信号を積分し、雑音成分を除去したAGCの制御信号(以下、AGC制御信号と称する)616を比較器617に供給する。

【0015】比較器617は、AGC制御信号616と所定のレベル(以下ディレーポイントと称する)とを比較し、ディレーポイントより小さいときはIF AGCアンプ608に、大きいときはRF AGCアンプ602に制御信号を供給する。

【0016】次に、図7に示した従来の自動利得制御装置の動作を説明する。

【0017】RF AGCアンプ602およびIF AGCアンプ608は、それぞれ、比較器617より供給される制御信号が大きくなると利得が小さくなる利得特性を持つ。また、信号レベル検出器614は、IF信号609の信号レベルが所望の信号レベルより大きくなると出力が大きくなる特性を持つ。

【0018】このため、IF信号609の信号レベルが小さいときは、信号レベル検出器614の出力が小さくなることにより、IF AGCアンプ608またはRF AGCアンプ602の利得が大きくなり、IF信号609の信号レベルが大きくなるよう制御される。

【0019】また、入力信号の信号レベルが大きいときは、信号レベル検出器614の出力が大きくなることにより、IF AGCアンプ608またはRF AGCアンプ602の利得が小さくなり、IF信号609の信号レベルが小さくなるよう制御される。

【0020】このように、IF AGCアンプ608もしくはRF AGCアンプ602の利得を可変することにより、IF信号609の信号レベルが所望の信号レベルに制御される(以下、この制御をAGC制御と称する)。

【0021】ここで、IF AGCアンプ608とRF AGCアンプ602のどちらを用いてAGC制御をするかは、ディレーポイントで決定される。

【0022】すなわち、AGC制御信号616がディレーポイントより小さいときは、RF AGCアンプ602の利得は固定し、IF AGCアンプ608の利得を可変することによりAGC制御を行う。

【0023】また、AGC制御信号がディレーポイントより大きいときは、IF AGCアンプ608の利得を固定し、RF AGCアンプ602の利得を可変することによりAGC制御を行う。

【0024】このように、受信信号の信号レベルに応じて、IF AGCとRF AGCを切り替えるのは、低雑音特性を保ちつつ、AGCの制御範囲を広くするために行われる。

【0025】すなわち、IF AGCアンプ608、RF AGCアンプ602総合の利得が同一の時、RF AGCアンプ602の利得を低く、IF AGCアンプ608の利得を高くした場合、逆の場合に比べ雑音指数NF (Noise Figure)が高くなる。

【0026】このため、信号レベルが低いときは、RF AGCを最大利得で固定した方が雑音特性の面で有利となる。

【0027】一方、IF AGCアンプ608のみでAGCをかけると、AGCの制御範囲がIF AGCアンプ608のダイナミックレンジで制限されるため、狭くなる。

【0028】そのため、信号レベルが高いときは、RF AGCアンプ602を用いてAGCをかけることによ

り、AGC制御範囲を広くすることができる。

【0029】以上説明したように、従来の自動利得制御装置は、低雑音で広い制御範囲を持つという特性を持つが、隣接チャンネルに信号レベルの高い妨害波がある場合不具合がある。

【0030】すなわち、RF AGCの前には信号の帯域を制限するフィルタが無いため、RF AGCアンプ602では希望波の信号とともに隣接チャンネルの信号も増幅される。

【0031】一方、AGC制御信号は、後段のフィルタで帯域制限され、希望波の信号のレベルに合わせて生成される。

【0032】このため、隣接チャンネルに信号レベルの高い妨害波があると、RF AGCアンプ602の利得が高すぎて、飽和状態になる可能性がある。

【0033】このRF AGCアンプ602の飽和状態は信号のひずみを生じ、復調器の性能に著しい劣化を生じることになり、最悪の場合、信号の復調ができないという場合もありうる。

【0034】

【発明が解決しようとする課題】以上従来の自動利得制御装置では、信号レベルの高い隣接妨害波が存在するとき、著しく復調器の性能が劣化するという問題があった。

【0035】そこで本発明は、前記の問題を解決するべくなされたもので、少ない回路規模で、低雑音特性と高隣接妨害抑圧特性を併せ持ち、かつ調整の必要の無い自動利得制御装置を提供することを目的とする。

【0036】

【課題を解決するための手段】IF信号の利得を制御する第1の増幅手段と、RF信号の利得を制御する第2の増幅手段と、前記第1の増幅手段の出力信号レベルと所望のレベルとの誤差を検出する信号レベル検出手段と、前記第1の増幅手段の利得を制御する第1の制御手段と、前記第2の増幅手段の利得を制御する第2の制御手段と、第1の所定値と前記信号レベル検出手段の出力に応じて、前記第1の制御手段と前記第2の制御手段の動作を変更する第3の制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0037】

【発明の実施の形態】図1に、本発明の自動利得制御装置の第1の実施の形態の構成を示す。

【0038】図1に示した構成は、図13に示した従来の自動利得制御装置に、第1のセクタ101、第2のセクタ102、第1のループフィルタ105、第2のループフィルタ106、第1の比較器107、第2の比較器108、制御器111を追加し、ループフィルタ615、比較器617を削除し、IF AGCアンプ608の制御信号とRF AGCアンプ602の制御信号をそれぞれ第1のループフィルタ105、第2のループフ

ィルタ106より供給するように変更したものであり、他の構成は図13に示した構成と同一である。そして同一構成部分の説明は、省略する。

【0039】信号レベル検出器614の出力は、第1のセクタ101の第1の入力端子および第2のセクタ102の第1の入力端子に供給される。

【0040】第1のセクタ101の第2の入力端子には、値"0"が入力される。第2のセクタ102の第2の入力端子には、値"0"が入力される。

【0041】第1のセクタ101の第3の入力端子には、固定値-if dumpが入力される。第2のセクタ102の第3の入力端子には、固定値-rf dumpが入力される。

【0042】第1のセクタ101の出力は、第1のループフィルタ105に供給される。第2のセクタ102の出力は、第2のループフィルタ106に供給される。

【0043】第1のループフィルタ105の出力は、IF AGC制御信号112として、IF AGCアンプ608および第1の比較器107の一方の入力端子に供給される。

【0044】第2のループフィルタ106の出力は、RF AGC制御信号113として、RF AGCアンプ602および第2の比較器108の一方の入力端子に供給される。

【0045】第1の比較器107の他方の入力端子109には、ディレーポイントのレベルを示す値dplevelが入力される。第2の比較器108の他方の入力端子には、値"0"が入力される。

【0046】第1の比較器107は、IF AGC制御信号112が固定値dplevelより小さいとき"1"となる信号ifltdpを、IF AGC制御信号112が固定値dplevelと等しいとき"1"となる信号ifeqdpを、制御器111の第1の入力端子に供給する。

【0047】第2の比較器108は、RF AGC制御信号113が"0"となるとき"1"となる信号rfzeroを、制御器111の第2の入力端子に供給する。

【0048】制御器111の第3の入力端子には、信号レベル検出器614の出力の符号が負のとき"1"となる信号assign（後述のagcerrの符号を表す信号）が供給される。

【0049】制御器111は、信号ifltdp、ifeqdp、assign、rfzeroより、第1のセクタ101および第2のセクタ102の選択信号を生成する。

【0050】以下、図2を用いて、図1に示した本発明の自動利得制御装置の第1の実施の形態の動作を説明する。

【0051】図2は、信号ifltdp、ifeqdp

p、agsign、rfzeroが各状態のとき、第1のループフィルタ105、第2のループフィルタ106に供給する信号を表した状態図である。

【0052】IF AGC制御信号112がdplevelより小さいとき、第1のループフィルタ105には、信号レベル検出器614の出力信号agcerrが供給される。

【0053】このため、IF AGCアンプ608に供給されるIF AGC制御信号112は、IF信号の信号レベルに応じた値がフィードバックされ、AGC制御が行われる。

【0054】一方第2のループフィルタ106には、第2のループフィルタ106の出力が"0"のときは"0"が供給され、第2のループフィルタ106の出力が"0"でないときは固定値-rfdumpが供給され、最終的に第2のループフィルタ106の出力が"0"になったところで収束する。

【0055】このため、RF AGCアンプ602に供給されるRF AGC制御信号113は、"0"となり、RF AGCアンプ602の利得は最大値に固定される。

【0056】IF AGC制御信号112がdplevelと等しく、信号レベル検出器614の出力信号agcerrの符号が負でない、または、第2のループフィルタ106の出力が"0"でないとき、第1のループフィルタ105には"0"が、第2のループフィルタ106には信号レベル検出器614の出力信号agcerrが供給される。

【0057】このとき、RF AGCアンプ602に供給されるRF AGC制御信号113は、IF信号の信号レベルに応じた値がフィードバックされ、AGC制御が行われる。

【0058】一方IF AGCアンプ608に供給されるIF AGC制御信号112は、dplevelで固定となり、IF AGCアンプの利得は固定される。

【0059】IF AGC制御信号112がdplevelと等しく、信号レベル検出器614の出力信号agcerrの符号が負で、かつ、第2のループフィルタ106の出力が"0"のとき、第2のループフィルタ106には"0"が、第1のループフィルタ105には信号レベル検出器614の出力信号agcerrが供給される。

【0060】このとき、IF AGCアンプ608に供給されるIF AGC制御信号112は、IF信号の信号レベルに応じた値がフィードバックされ、AGC制御が行われる。

【0061】一方RF AGCアンプ602に供給されるRF AGC制御信号113は、"0"で固定となり、RF AGCアンプの利得は最大値に固定される。

【0062】IF AGC制御信号112がdplevelより大きく、信号レベル検出器614の出力信号a

gcerrの符号が負でない、または、第2のループフィルタ106の出力が"0"でないとき、第1のループフィルタ105には固定値-ifdumpが、第2のループフィルタ106には信号レベル検出器614の出力信号agcerrが供給される。

【0063】このとき、RF AGCアンプ602に供給されるRF AGC制御信号113は、IF信号の信号レベルに応じた値がフィードバックされ、AGC制御が行われる。

【0064】一方IF AGCアンプ608に供給されるIF AGC制御信号112は、徐々に減少していきdplevelになったところで固定となり、IF AGCアンプの利得は固定される。

【0065】IF AGC制御信号112がdplevelより大きく、信号レベル検出器614の出力信号agcerrの符号が負で、かつ、第2のループフィルタ106の出力が"0"のとき、第2のループフィルタ106には"0"が、第1のループフィルタ105には信号レベル検出器614の出力信号agcerrが供給される。

【0066】このとき、IF AGCアンプ608に供給されるIF AGC制御信号112は、IF信号の信号レベルに応じた値がフィードバックされ、AGC制御が行われる。

【0067】一方RF AGCアンプ602に供給されるRF AGC制御信号113は、"0"で固定となり、RF AGCアンプの利得は最大値に固定される。

【0068】以上説明したように、図1に示した本発明の第1の実施の形態に係わる自動利得制御装置は、いかなる状態であっても常にIFのAGC制御かまたはRFのAGC制御が行われ、dplevelの値を可変しても動作に破綻を生じることが無い。

【0069】したがって、受信状態に応じてdplevelを可変し、RF AGCアンプ602の利得とIF AGCアンプ608の利得の配分を可変することが可能である。

【0070】そのため、隣接妨害波が存在し、従来の利得制御装置ではRF AGCアンプ602が飽和するような状態であっても、dplevelを下げることによりRF AGCアンプ602の利得を下げ、飽和状態を回避することができる。

【0071】したがって、信号レベルの高い隣接妨害波が存在するときでも、復調器611の性能の劣化が小さい自動利得制御装置を提供することである。

【0072】次に図3を用いて、本発明の自動利得制御装置の第2の実施の形態について説明する。図3は、本発明の自動利得制御装置の第2の実施の形態の構成を示す。

【0073】図3に示した構成は、図13に示した従来の自動利得制御装置に、第1のリミッタ302と、減算

器303と、第2のリミッタ304と、比較器305と、カウンタ306とを追加し、比較器617を削除し、IF AGCアンプ608の制御信号とRF AGCアンプ602の制御信号を、それぞれ第1のリミッタ302と第2のリミッタ304より供給するように変更したものであり、他の構成は図13に示した構成と同一である。そして、同一構成部分の説明は省略する。

【0074】また、図1に示した自動利得制御装置の第1の実施の形態と同じ部分には同一符号を付している。

【0075】ループフィルタ615の出力は、第1のリミッタ302と減算器303の一方の入力端子に供給される。

【0076】第1のリミッタ302は、ループフィルタ615の出力をカウンタ306の出力レベルより大きくならないように振幅制限したIF AGC制御信号112を生成する。そしてこのIF AGC制御信号112は、IF AGCアンプ608および、減算器303の他方の入力端子に供給される。

【0077】減算器303は、ループフィルタ615の出力より第1のリミッタ302の出力を減算した信号を第2のリミッタ304に供給する。

【0078】第2のリミッタ304は、減算器303の出力を"0"以上になるよう振幅制限したRF AGC制御信号113を、RF AGCアンプ602に供給する。

【0079】比較器305は、ディレーポイントのレベルを示す信号dplevelとカウンタ306の出力とを比較し、カウンタ306をカウントアップするかカウントダウンするかを示す制御信号およびイネーブル制御信号を、カウンタ306に供給する。

【0080】このようにカウンタ306は、比較器305より供給される制御信号に基づき、カウントアップ、またはカウントダウン、または停止状態となる。

【0081】次に、図3に示した本発明の自動利得制御装置の第2の実施の形態の動作を説明する。

【0082】比較器305は、カウンタ306の出力がdplevel信号より小さいとき、カウントアップするか、カウンタ306の出力がdplevel信号より大きいとき、カウントダウンするか、カウンタ306の出力がdplevel信号と等しいとき、カウント停止するかを示す制御信号を、カウンタ306に供給する。

【0083】そのため、カウンタ306の出力信号は、dplevelが変化したとき、徐々にdplevelに近づいていき、dplevelになったところで固定となる。

【0084】ループフィルタ615の出力信号がdplevelより小さいとき、第1のリミッタ302の出力であるIF AGC制御信号112は、ループフィルタ615の出力信号と同一である。

【0085】このとき、IF AGCアンプ608に供

給されるIF AGC制御信号112は、IF信号の信号レベルに応じた値がフィードバックされ、AGC制御が行われる。

【0086】一方、減算器303の出力は"0"であるから、RF AGCアンプ602に供給されるRF AGC制御信号113は、"0"で固定となり、RF AGCアンプの利得は最大値に固定される。

【0087】ループフィルタ615の出力信号がdplevelより大きいとき、第1のリミッタ302の出力であるIF AGC制御信号112は、dplevel信号と同一である。

【0088】このとき、IF AGCアンプ608に供給されるIF AGC制御信号112は、dplevelで固定となり、IF AGCアンプの利得は固定される。

【0089】一方、減算器303の出力は、ループフィルタ615の出力信号からdplevelを減算した値となる。

【0090】このとき、RF AGCアンプ602に供給されるRF AGC制御信号113は、IF信号の信号レベルに応じた値がフィードバックされ、AGC制御が行われる。

【0091】以上説明したように、図3に示した本発明の自動利得制御装置の第2の実施の形態は、いかなる状態であっても常にIFのAGC制御またはRFのAGC制御が行われ、dplevelの値を可変しても動作に破綻を生じることが無い。

【0092】したがって、前述のとおり、信号レベルの高い隣接妨害波が存在するときでも、復調器611の性能の劣化が少ない自動利得制御装置を提供することである。

【0093】次に図4を用いて、本発明の自動利得制御装置の第3の実施の形態について説明する。図4は、本発明の自動利得制御装置の第3の実施の形態の構成を示すものである。

【0094】図4に示した構成は、図1に示した本発明の第1の実施の形態である自動利得制御装置の第1のセクタ101および第2のセクタ102を削除し、第1のループフィルタ105を第1のカウンタ405に、第2のループフィルタ106を第2のカウンタ406に置き換え、制御器111の構成を変えて第1のカウンタ405、第2のカウンタ406に制御信号を供給するように変更したものであり、他の構成は図1に示した構成と同一である。そして、同一構成部分の説明は省略する。

【0095】以下、図5を用いて図4に示した本発明の自動利得制御装置の第3の実施の形態の動作を説明する。

【0096】図5は、信号ifltdp、ifeqdp、agsign、rfzeroが各状態のとき、第1

のカウンタ405、第2のカウンタ406の動作を表した状態図である。

【0097】IF AGC制御信号112がdplevelより小さいとき、第1のカウンタ405は、信号レベル検出器614の出力信号agcerrの極性に依りてカウントアップまたはカウントダウンする。

【0098】このため、IF AGCアンプ608に供給されるIF AGC制御信号112は、IF信号の信号レベルに応じた値がフィードバックされ、AGC制御が行われる。

【0099】一方第2のカウンタ406は、第2のカウンタ406の出力が"0"の時は、"0"に固定、"0"でないときはカウントダウンされ、第2のカウンタ406の出力が"0"になったところで収束する。

【0100】このため、RF AGCアンプ602に供給されるRF AGC制御信号113は、"0"となり、RF AGCアンプ602の利得は最大値に固定される。

【0101】IF AGC制御信号112がdplevelと等しく、信号レベル検出器614の出力信号agcerrの符号が負でない、または、第2のカウンタ406の出力が"0"でないとき、第1のカウンタ405はdplevelに固定、第2のカウンタ406は信号レベル検出器614の出力信号agcerrの符号に応じ、カウントアップまたはカウントダウンする。

【0102】このとき、RF AGCアンプ602に供給されるRF AGC制御信号113は、IF信号の信号レベルに応じた値がフィードバックされ、AGC制御が行われる。

【0103】一方IF AGCアンプ608に供給されるIF AGC制御信号112は、dplevelで固定となり、IF AGCアンプの利得は固定される。

【0104】IF AGC制御信号112がdplevelと等しく、信号レベル検出器614の出力信号agcerrの符号が負で、かつ、第2のカウンタ406の出力が"0"のとき、第2のカウンタ406は"0"に固定、第1のカウンタ405は、信号レベル検出器614の出力信号agcerrの符号に応じカウントダウンする。

【0105】このとき、IF AGCアンプ608に供給されるIF AGC制御信号112は、IF信号の信号レベルに応じた値がフィードバックされ、AGC制御が行われる。

【0106】一方RF AGCアンプ602に供給されるRF AGC制御信号113は、"0"で固定となり、RF AGCアンプ602の利得は最大値に固定される。

【0107】IF AGC制御信号112がdplevelより大きく、信号レベル検出器614の出力信号agcerrの符号が負でない、または、第2のカウンタ

406の出力が"0"でないとき、第1のカウンタ405はカウントダウンされ、第2のカウンタ406は、信号レベル検出器614の出力信号agcerrの符号に応じ、カウントアップまたはカウントダウンする。

【0108】このとき、RF AGCアンプ602に供給されるRF AGC制御信号113は、IF信号の信号レベルに応じた値がフィードバックされ、AGC制御が行われる。

【0109】一方IF AGCアンプ608に供給されるIF AGC制御信号112は、徐々に減少していきdplevelになったところで固定となり、IF AGCアンプ608の利得は固定される。

【0110】IF AGC制御信号112がdplevelより大きく、信号レベル検出器614の出力信号agcerrの符号が負で、かつ、第2のカウンタ406の出力が"0"のとき、第2のカウンタ406は"0"に固定、第1のカウンタ405は信号レベル検出器614の出力信号agcerrの符号に応じ、カウントダウンする。

【0111】このとき、IF AGCアンプ608に供給されるIF AGC制御信号112は、IF信号の信号レベルに応じた値がフィードバックされ、AGC制御が行われる。

【0112】一方RF AGCアンプ602に供給されるRF AGC制御信号113は、"0"で固定となり、RF AGCアンプ602の利得は最大値に固定される。

【0113】以上説明したように、図4に示した本発明の自動利得制御装置の第3の実施の形態は、いかなる状態であっても常にIFのAGC制御またはRFのAGC制御が行われ、dplevelの値を可変しても動作に破綻を生じることが無い。

【0114】したがって、前述のとおり、信号レベルの高い隣接妨害波が存在するときでも復調器611の性能の劣化の少ない自動利得制御装置を提供することである。

【0115】以上、本発明によれば、所定値dplevelを変化させても正常にAGC動作を行うことのできる自動利得制御装置を構成することができることを説明した。次に、所定値dplevelの設定方法について説明する。

【0116】前述のとおり、所定値dplevelの設定値を高くし、RF AGCアンプ602がAGC制御を行う信号レベルを高くするほど、雑音特性の上で有利であるが、信号レベルの高い隣接妨害波が存在するとき、著しい性能の劣化を生じる。

【0117】したがって、隣接妨害波の存在するときのみ、所定値dplevelの値を下げれば、低雑音特性を保ちつつ、隣接妨害波の存在するときでも性能の劣化しない自動利得制御装置を提供することができる。

【0118】隣接妨害の存在の有無は、復調状態を監視することで確認できる。すなわち、隣接妨害の存在しないときは、正常に復調できるが、隣接妨害波が存在する場合は、正常に復調できないため、復調状態を監視することで間接的に隣接妨害波の存在を推定することができる。監視する復調状態としては、例えば、誤り率検出がある。

【0119】すなわち、隣接妨害波が存在する場合、存在しない場合に比べて復調信号の誤り率が悪化する。このため、所定値 $dplevel$ を誤り率が最も低くなる値に設定することにより、隣接妨害波の影響を最小限に押さえることができる。

【0120】以下、図6を用いて本発明の自動利得制御装置の第4の実施の形態について説明する。図6は、本発明の自動利得制御装置の第4の実施の形態の構成を示す。

【0121】図6に示した構成は、図1に示した本発明の自動利得制御装置の第1の実施の形態に、誤り率検出器701と、カウンタ702と、セクタ703と、判定回路704とを追加したものであり、他の構成は図1に示したものと同一である。そして、同一構成部分については、説明は省略する。

【0122】カウンタ702は、所定の間隔で0から3までの状態を示すステート信号をセクタ703および誤り率検出器701に供給する。

【0123】誤り率検出器701は誤り訂正器612から供給される信号を用いて、誤り率を検出し、カウンタ702より供給されるステート信号の示す状態毎に保持する。

【0124】セクタ703は、カウンタ702より供給されるステート信号の示す状態毎に、それぞれレベルの異なる $dplevel0$ 、 $dplevel1$ 、 $dplevel2$ 、 $dplevel3$ の各固定値を、所定値 $dplevel109$ として第1の比較器107に供給する。

【0125】次に、図6に示した本発明の自動利得制御装置の第4の実施の形態の動作を説明する。

【0126】第1の比較器107の一方の入力端子に供給される所定値 $dplevel109$ には、カウンタ702の示す状態0、1、2、3に応じて、順次 $dplevel0$ 、 $dplevel1$ 、 $dplevel2$ 、 $dplevel3$ の各レベルの固定値が供給される。

【0127】このとき、誤り率検出器701には、各状態での誤り率が保持される。

【0128】その後、カウンタ702が一巡した時点で、状態0、1、2、3のうち最も誤り率が低い状態を判定回路704が判定し、カウンタ702に設定することにより、最も誤り率が低い状態を保持する。

【0129】以上説明したように、図6に示した本発明の自動利得制御装置の第4の実施の形態は、高いレベル

の隣接妨害波がある状態でも、自動的に $dplevel$ を下げることにより、安定して復調を行うことができる。

【0130】復調状態の監視手段としては、誤り率が唯一のものではない。デジタル復調装置においては、前述のとおり、復調結果を所定のシンボルレベルと比較して、最も近いシンボルレベルを再生シンボル値として判定する。

【0131】ところが、高いレベルの隣接妨害波が存在する場合、復調結果と所定のシンボルレベルとの誤差が増大する。したがって、この誤差の分散を取ることで、隣接妨害波の影響を容易に判定することができる。

【0132】次に図7を用いて、本発明の自動利得制御装置の第5の実施の形態について説明する。図7は、本発明の自動利得制御装置の第5の実施の形態の構成を示す。

【0133】図7に示した構成は、図13に示した従来の自動利得制御装置に、選択器801、第1の制御器803、第2の制御器805、制御信号発生器807、状態監視器809、第1のラッチ811、比較器813、符号反転器815、第2のラッチ817、タイミング制御器819、カウンタ821を追加する。そしてループフィルタ615、比較器617を削除し、IF AGCアンプ608の制御信号とRF AGCアンプ602の制御信号を、それぞれ第1の制御器803、第2の制御器805から供給するように変更したものであり、他の構成は図13に示した構成と同一である。そして、同一構成部分の説明は省略する。

【0134】信号レベル検出器614の出力は、選択器801の第1の入力端子および制御信号発生器807の第1の入力端子に供給される。選択器801は、図8に示すテーブルに従い、第1の出力信号 $cont1$ を第1の制御器803に、第2の出力信号 $cont2$ を第2の制御器805に、それぞれ供給する。図2において、 $-ifdump$ および $-rfdump$ は、所定の値を示す。

【0135】第1の制御器803は、選択器801の第1の出力信号 $cont1$ を積算した信号 $ifgain$ を、IF AGCアンプ608および制御信号発生器807の第2の入力端子に供給する。

【0136】第2の制御器805は、選択器801の第2の出力信号 $cont2$ を積算した信号 $rfgain$ を、RF AGCアンプ602および制御信号発生器807の第3の入力端子に供給する。

【0137】タイミング制御器819は、所定周期のタイミングを示す $enable$ 信号を第1のラッチ811、第2のラッチ817に供給する。

【0138】状態監視器809は、復調器611の出力信号823より、復調状態を示す信号 $biterr$ を、第1のラッチ811および比較器813の第1の入力端

子Aに供給する。信号biterrは、復調状態が悪いほど大きな値を取るものとする。

【0139】第1のラッチ811は、enable信号のタイミングで状態監視器809の出力信号を保持し、比較器813の第2の入力端子Bに供給する。

【0140】比較器813は、第1の入力端子Aの信号レベルが第2の入力端子Bの入力レベルを超えとき"1"、第1の入力端子Aの信号レベルが第2の入力端子Bの入力レベルより小さいとき"0"となる信号algbを、符号反転器815に出力する。符号反転器815は、信号algbが"0"のとき第2のラッチ817の出力信号を、信号algbが"1"のとき第2のラッチ817の出力信号の反転を、第2のラッチ817に供給する。

【0141】第2のラッチ817は、enable信号

$$\begin{aligned} & \text{ifltdp} = (\text{ifgain} < \text{dplevel}) \cdots (\text{式1}) \\ & \text{ifeqdp} = (\text{ifgain} == \text{dplevel}) \cdots (\text{式2}) \\ & \text{agsign} = (\text{agcerr} < 0) \cdots (\text{式3}) \\ & \text{rfzero} = (\text{rfgain} == 0) \cdots (\text{式4}) \end{aligned}$$

以下図9を用いて、図7に示した本発明の第5の実施の形態に係わる自動利得制御装置のAGC制御動作を説明する。

【0144】図9は、IF信号の入力レベルとifgain、rfgainの関係を示した状態図であり、横軸は入力レベル、縦軸はifgainおよびrfgainを表す。図9において、ifgainおよびrfgainは下に行くほど値がおおくなる。すなわち、IF AGCアンプ608、RF AGCアンプ602の利得は、小さくなる。

【0145】縦軸でdplevelより上の領域は、ifgainがdplevel以下の状態を示す。このとき、図7に示すように信号cont1にはagcerrが出力されるため、第1の制御器803はagcerr信号を積算し、IF AGCアンプ608によるAGC制御が行われる。

【0146】一方、信号cont2には0もしくは-rfdumpが出力される。このためRF AGCアンプ602の利得は、いずれ0すなわち最大利得に収束する。すなわちdplevelより上の領域は、IF AGCアンプ608によるAGC制御が行われる領域を示している。

【0147】ifgainがdplevelと等しいとき、図8に示すように信号cont2にはagcerrが出力されるため、第2の制御器805はagcerr信号を積算し、RF AGCアンプ602によるAGC制御が行われる。

【0148】一方、信号cont1には0が出力される。このためIF AGCアンプ608の利得は、dp

のタイミングで符号反転器815の出力信号を保持し、カウンタ821に供給する(信号updown)。カウンタ821は、信号updownが"0"の時負方向に、"1"のとき正方向に積算し、ディレーポイントレベルdplevelを制御信号発生器807に供給する。

【0142】制御信号発生器807は、信号レベル検出器614から供給される信号agcerr、第1の制御器803から供給される信号ifgain、第2の制御器805から供給される信号rfgain、カウンタ821から供給されるディレーポイントレベルdplevelより、以下の式で示されるifltdp、ifeqdp、agsign、rfzeroの各信号を生成し、選択器801に供給する。

【0143】

levelすなわち最小利得に固定される。

【0149】縦軸でdplevelより下の領域は、ifgainがdplevelより大きい状態を示す。このとき、図8に示すように信号cont2には、agcerrが出力されるため、第2の制御器805はagcerr信号を積算し、RF AGCアンプ602によるAGC制御が行われる。

【0150】一方、信号cont1には-rfdumpが出力される。このためIF AGCアンプ608の利得は、いずれdplevelすなわち最小利得に収束する。すなわちdplevelより下の領域は、RF AGCアンプ602によるAGC制御が行われる領域を示している。

【0151】ただし、agsign=1、rfzero=1、すなわちrfgainが0で利得制御の方向が負のときは、cont1にagcerr、cont2に0が出力され、IF AGCアンプ608によるAGC制御が行われる。これはdplevelより下の領域からdplevelより上の領域への遷移を表す。

【0152】次に図10を用いて、ifgain、rfgain、dplevelおよびagcerrの各信号と、AGC制御の様子についてさらに詳しく説明する。

【0153】図10は、縦方向にifgainとdplevelの大小関係を、横方向にagcerr信号の符号を取り、各状態でどのようにAGC制御が行われるかを示した状態図である。

【0154】すなわち(A)はifltdp=1、agsign=0、(B)はifltdp=1、agsign=1、(C)はifltdp=0、agsign=

0、(D)はifltdp=0、agsign=1の各状態を表す。

【0155】図10からあきらかなように、dplevelより上の領域ではIF AGCアンプ608によるAGC制御がおこなわれ、RF AGCアンプ602の利得は最大値に保たれる。

【0156】dplevelより下の領域ではRF AGCアンプ602によるAGC制御が行われ、IF AGCアンプ608の利得はディレーポイントレベルdplevelに保たれる。

【0157】すなわち、ディレーポイントレベルdplevelの値に応じて、IF AGCアンプ608によるAGC制御の領域と、RF AGCアンプ602によるAGC制御の領域を制御することができる。

【0158】次に図11を用いて、図7に示した本発明の第5の実施の形態に係わる自動利得制御装置のディレーポイントレベル制御動作を説明する。図11はディレーポイントレベルdplevelがdp1からdp2 ($dp1 > dp2$) に変化した時、すなわち信号updownが0の状態を示している。

【0159】dp1の時の信号biterrの値がL1、dp2の時の信号biterrの値がL2 ($L1 > L2$) の場合、すなわち、復調状態が悪くなった場合、信号algbは0となる。したがって、信号updownは0となり、次のタイミングのディレーポイントレベルは、dp3 ($dp3 < dp2$) となる。

【0160】ディレーポイントレベルdplevelがdp1の時の信号biterrの値がL1、dp2の時の信号biterrの値がL2a ($L1 < L2a$) の場合、すなわち、復調状態が悪くなった場合、信号algbは1となる。したがって、信号updownは1となり、次のタイミングのディレーポイントレベルはdp1 ($dp1 > dp2$) となる。

【0161】このように、ディレーポイントレベルdplevelの変化により復調状態良くなった場合は制御方向は変化せず、ディレーポイントレベルdplevelの変化により復調状態が悪くなった場合は制御方向は変化する。

【0162】次に図12を使って、ディレーポイントレベルdplevelと復調状態との関係をさらに詳しく説明する。図12は、妨害波が無い場合(A)と妨害波が有る場合(B)のディレーポイントレベルdplevelと信号biterrとの関係を示した状態図である。

【0163】図12に示した状態図は、初期状態としてディレーポイントレベルdplevelを最大値、信号updownを0にした場合を示している。

【0164】妨害波が無い場合(A)、ディレーポイントレベルが小さいほど、すなわち、RF AGCアンプ602の利得が大きいほど信号biterrは小さくな

る。したがって曲線は、左下がりとなる。このとき、updown信号は常に0となり、ディレーポイントレベルdplevelは常に減少する。

【0165】したがってRF AGCアンプ602の利得は最大値に収束し、信号biterrの値は最小となる。

【0166】妨害波が有る場合(B)、ディレーポイントレベルが小さい。すなわち、RF AGCアンプ602の利得が大きいときは、上述のようにRF AGCアンプ602が飽和状態になる可能性がある。したがって曲線は中央でくぼんだ形となる。このとき、updown信号はくぼんだ点で1となり、ディレーポイントレベルdplevelは増加に転じる。

【0167】次のタイミングではupdown信号は0となり、ディレーポイントレベルdplevelは減少に点じる。すなわち、収束点はくぼんだ点となり、信号biterrの値は最小となる。

【0168】図12に示した状態図は、初期状態としてディレーポイントレベルdplevelを最大値、信号updownを0にした場合を説明したが、特にこのような状態に限定されるわけではない。

【0169】以上の説明で明らかなように、本発明によれば、いずれの状態から開始しても、信号biterrの値が最小な点に収束する。

【0170】しかし、ここで初期状態を上記の値に設定した場合、特に以下に示す効果がある。

【0171】すなわち、前述のとおり、隣接チャンネルに信号レベルの高い妨害波がある場合、RF AGCアンプ602の利得が高すぎると、飽和状態になり信号にひずみを生じる。

【0172】したがって、初期状態としてRF AGCアンプ602が飽和状態とならない十分低い利得となるようディレーポイントレベルdplevelを十分大きく設定することにより、より確実に復調動作を行なうことができる。

【0173】以上説明したように、図7に示した本発明の第5の実施の形態に係わる自動利得制御装置は、高いレベルの隣接妨害波がある状態でも、自動的にdplevelを下げることにより、安定して復調を行うことができる。

【0174】また、特に復調方式としてOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) を用いた場合には、FFT (Fast Fourier Transform) の出力を監視することでも隣接妨害波の有無を判定することができる。

【0175】すなわち、OFDMでは復調の際、FFTをかけて受信信号を各周波数成分に分解する。このとき、実際に変調のかかっている部分は、周波数の中心部分であり、外側の成分は変調がかかっていない。すなわ

ち、外側の周波数成分は、本来存在しない。ところが、隣接妨害波が存在する場合、この本来信号が存在しない周波数成分に妨害成分が漏れこんでくるため、この成分を監視することにより妨害波の存在の有無を知ることができる。

【0176】本発明は、直交搬送波を用いたデジタル変調方式の復調装置の自動利得制御装置として説明したが、これに限定されるものでなく、これ以外のしゅしゅの復調装置に適用可能である。

【0177】例えば、VSB (Vestigial Side Band) のごとき、単一搬送波の変調方式の復調装置に適用させる場合、直交検波器610は不要であり、復調器611でVSBの復調を行う。そして復調状態の監視手段、例えば状態監視器809では、受信信号のレベルと所定レベルとの誤差の分散を取ることであり、隣接妨害波の影響を判定する。

【0178】以上説明したように、本発明では、IF AGCアンプ608の利得を制御する制御回路と、RF AGCアンプ602の利得を制御する制御回路とを、所定値に応じて制御することにより、高いレベルの隣接妨害波が存在するときでも、復調器611の性能の著しい劣化を引き起こすアンプの飽和状態を回避することができる。

【0179】(付記)

(1) 前記状態監視手段は、復調信号の誤り率を測定することを特徴とした請求項7に記載の自動利得制御装置。

【0180】(2) 前記状態監視手段は、復調信号の所定位置からのずれを検出することを特徴とした請求項7に記載の自動利得制御装置。

【0181】(3) OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 方式の復調器において、前記状態監視手段は、FFT (Fast Fourier Transform) の出力のうち、信号成分により変調されていない部分のレベルを測定することを特徴とした請求項7に記載の自動利得制御装置。

【0182】

【発明の効果】したがって、本発明の自動利得制御装置によれば、少ない回路規模で、低雑音特性と高隣接妨害抑圧特性を併せ持ち、かつ調整の必要が無い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の自動利得制御装置の第1の実施の形態

の構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示した自動利得制御装置の第1の実施の形態の動作を示すための状態図である。

【図3】本発明の自動利得制御装置の第2の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の自動利得制御装置の第3の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図5】図4に示した自動利得制御装置の第3の実施の形態の動作を示すための状態図である。

【図6】本発明の自動利得制御装置の第4の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図7】本発明の自動利得制御装置の第5の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図8】図7に示した自動利得制御装置の選択器801の動作を示すためのテーブル図である。

【図9】図7に示した自動利得制御装置の利得の状態を示した状態図である。

【図10】図7に示した自動利得制御装置の利得の状態の変化を示した状態図である。

【図11】図7に示した自動利得制御装置の利得の状態の変化を示した状態図である。

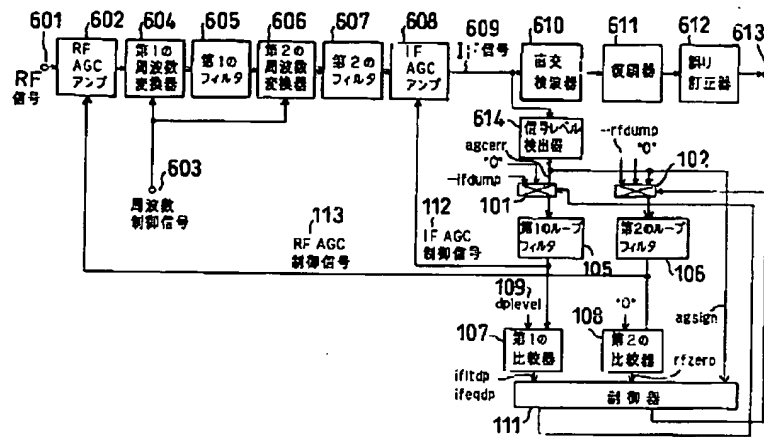
【図12】図1に示した自動利得制御装置の復調状態の変化を示した状態図である。

【図13】従来の自動利得制御装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

101・・・第1のセクタ、102・・・第2のセクタ、105・・・第1のループフィルタ、106・・・第2のループフィルタ、107・・・第1の比較器、108・・・第2の比較器、111・・・制御器、602・・・RF AGCアンプ、608・・・IF AGCアンプ、611・・・復調器、614・・・信号レベル検出器、302・・・第1のリミッタ、303・・・減算器、304・・・第2のリミッタ、305・・・比較器、306・・・カウンタ、615・・・ループフィルタ、405・・・第1のカウンタ、406・・・第2のカウンタ、701・・・誤り率検出器、702・・・カウンタ、703・・・セクタ、704・・・判定回路、801・・・選択器、803・・・第1の制御器、805・・・第2の制御器、807・・・制御信号発生器、809・・・状態監視器、811・・・第1のラッチ、813・・・比較器、815・・・符号反転器、817・・・第2のラッチ、819・・・タイミング制御器、821・・・カウンタ。

【図1】



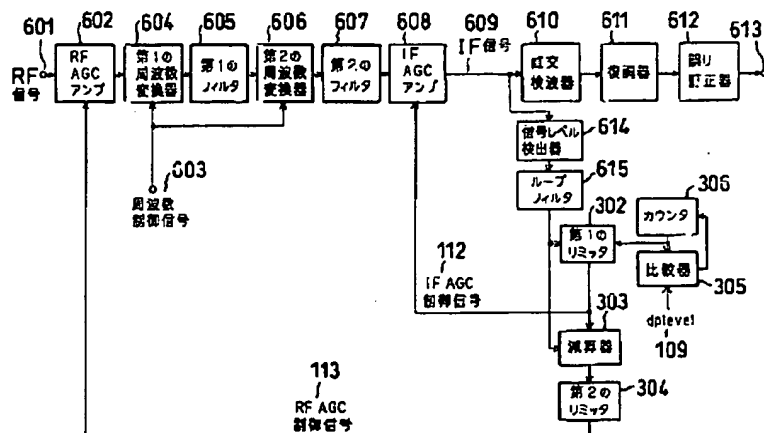
【図2】

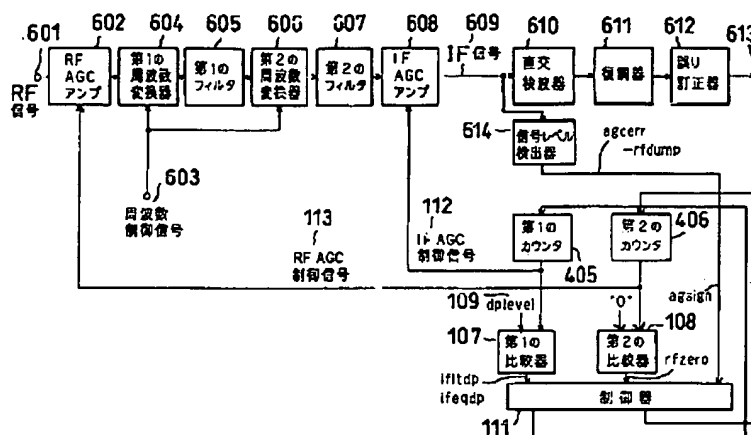
ifitdp	ifeqdp	assign	rtzero	ループフィルタ 105入力	ループフィルタ 106入力
1	0	0	0	agcerr	-rfdump
			1	agcerr	0
		1	0	agcerr	-rfdump
			1	agcerr	0
0	1	0	0	0	agcerr
			1	0	agcerr
		1	0	0	agcerr
			1	agcerr	0
0	0	0	0	-ifdump	agcerr
			1	-ifdump	agcerr
		1	0	-ifdump	agcerr
			1	agcerr	0

【図5】

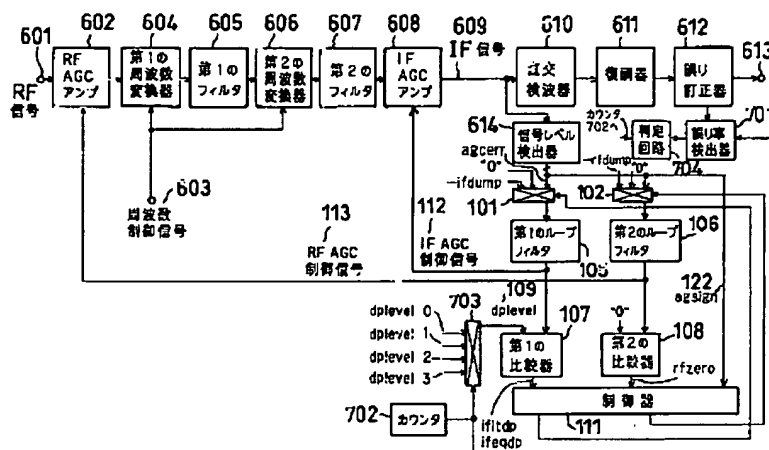
ifitdp	ifeqdp	assign	rtzero	カウンタ 405	カウンタ 406
1	0	0	0	up	down
			1	up	0
		1	0	down	down
			1	down	0
0	1	0	0	dplevel	up
			1	dplevel	up
		1	0	dplevel	down
			1	down	0
0	0	0	0	down	up
			1	down	up
		1	0	down	down
			1	down	0

【図3】

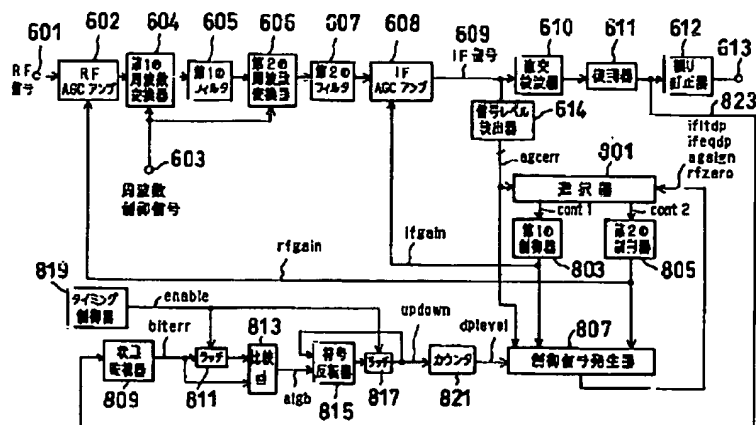




【例6】



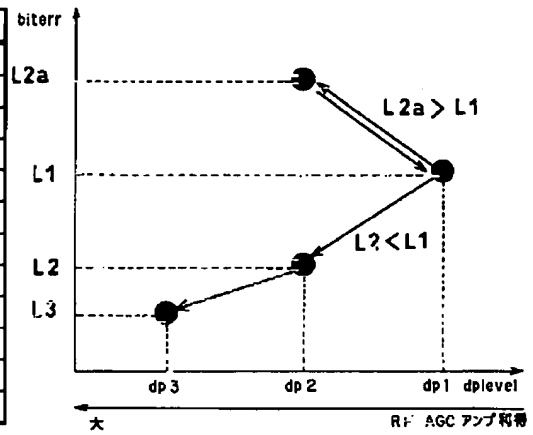
【例7】



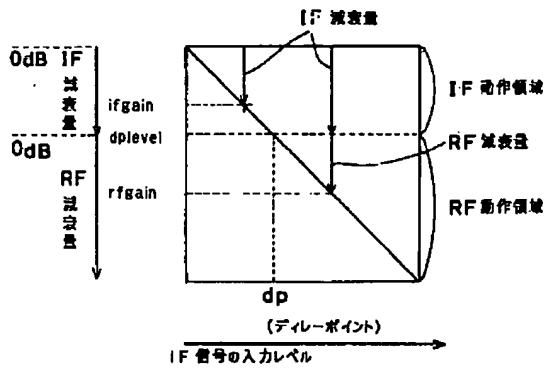
【図8】

ifitdp	ifegdp	agsgn	rfzero	cont1	cont2
1	0	0	0	agcerr	-rfdump
			1	agcerr	0
		1	0	agcerr	-rfdump
			1	agcerr	0
0	1	0	0	0	agcerr
			1	0	agcerr
		1	0	0	agcerr
			1	agcerr	0
0	0	0	0	-ifdump	agcerr
			1	-ifdump	agcerr
		1	0	-ifdump	agcerr
			1	agcerr	0

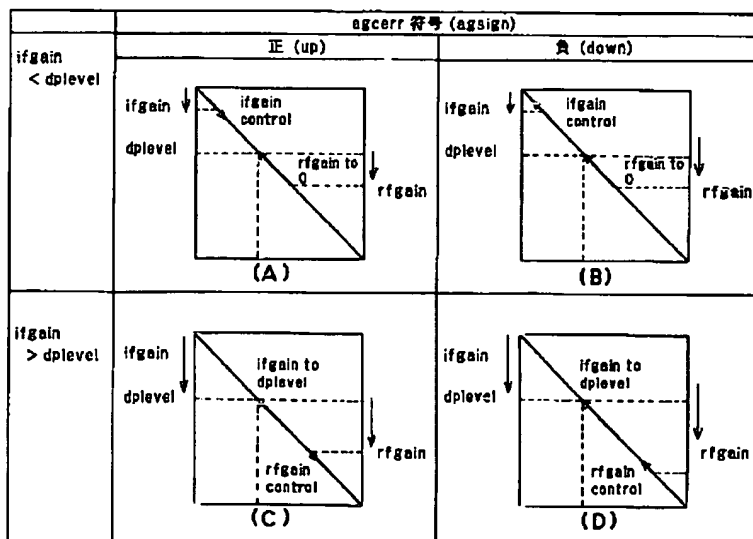
【図11】



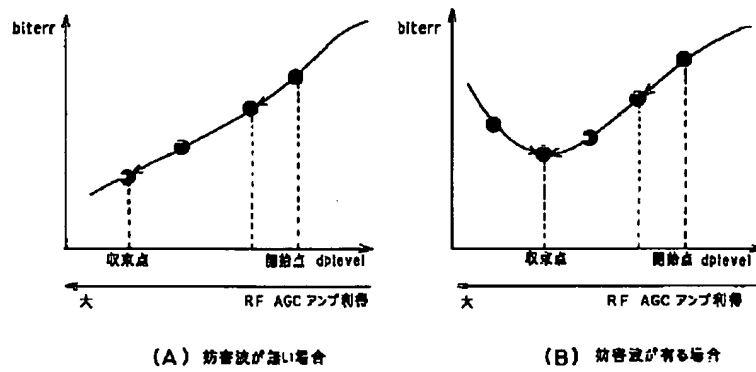
【図9】



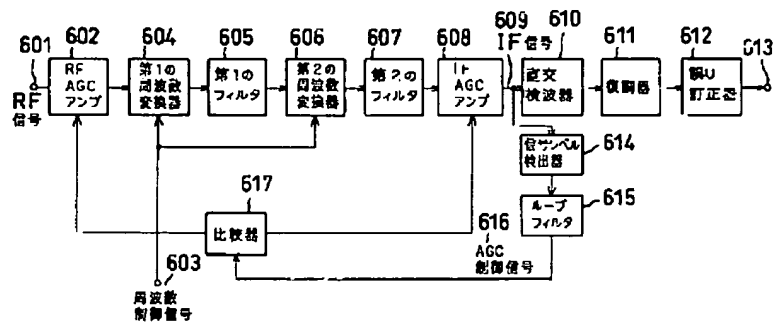
【図10】



【図12】



【図13】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.